ÉCOLE SUPÉRIEURE DE PHARMACIE DE PARIS

Année 1887-88 **N° 1**

RECHERCHES
HISTOLOGIQUES ET PHYSIOLOGIQUES
SUR LE
REIN DES BATRACIENS

PREMIER MÉMOIRE

THÈSE

POUR L'OBTENTION DU DIPLOME DE PHARMACIEN DE 1re CLASSE

Présentée et soutenue le 24 décembre 1887

PAR

J. BOUILLOT

Né à Bourron (Seine-et-Marne)
Ex-interne Lauréat des hôpitaux
Lauréat de l'École de pharmacie
Médaille d'or des travaux chimiques
Licencié ès-sciences naturelles
etc. etc.



JURY { MM. MILNE-EDWARDS, *Président.*
GUIGNARD, *Professeur.*
CHASTAING, *Agrégé.*



PARIS
IMPRIMERIE DES ÉCOLES
HENRI JOUVE
23, Rue Racine, 23
1887





ÉCOLE SUPÉRIEURE DE PHARMACIE DE PARIS

Année 1887 **N° 1**

RECHERCHES
HISTOLOGIQUES ET PHYSIOLOGIQUES
SUR LE
REIN DES BATRACIENS

PREMIER MÉMOIRE

THÈSE

POUR L'OBTENTION DU DIPLOME DE PHARMACIEN DE 1re CLASSE

Présentée et soutenue le 24 décembre 1887

PAR

J. BOUILLOT

Né à Bourron (Seine-et-Marne)
Ex-interne Lauréat des hôpitaux
Lauréat de l'Ecole de pharmacie
Médaille d'or des travaux chimiques
Licencié ès-sciences naturelles
etc. etc.



JURY { MM. MILNE-EDWARDS, *Président.*
GUIGNARD, *Professeur.*
CHASTAING, *Agrégé.*

PARIS
IMPRIMERIE DES ÉCOLES
HENRI JOUVE
23, Rue Racine, 23
1887

ECOLE SUPÉRIEURE DE PHARMACIE
DE PARIS.

ADMINISTRATION

MM. G. PLANCHON, Directeur, ✻, I.
A. MILNE-EDWARDS, Assesseur, Membre de l'Institut, O ✻, I.
E. MADOULÉ, Secrétaire, I.

PROFESSEURS..	MM. A. MILNE-EDWARDS, O ✻, I.	Zoologie.
	PLANCHON, ✻, I...	Matière médicale.
	RICHE, ✻, I........	Chimie minérale.
	JUNGFLEISCH, ✻, I.	Chimie organique.
	LE ROUX ✻, I.....	Physique.
	BOURGOIN, ✻, I ...	Pharmacie galénique.
	MARCHAND, I......	Cryptogamie.
	BOUCHARDAT, A...	Hydrologie et minéralogie.
	PRUNIER, A........	Pharmacie chimique.
	MOISSAN, ✻, A.....	Toxicologie.
	GUIGNARD, A......	Botanique.
	VILLIERS-MORIAMÉ....	Chimie analytique. (Cours complémentaire).

Directeur honoraire : M. CHATIN, Membre de l'Institut, O ✻, I.

Professeurs honoraires :

MM. BERTHELOT, Membre de l'Institut, G. O. ✻, I.
CHATIN, Membre de l'Institut, O I.

AGRÉGÉS EN EXERCICE

MM. BEAUREGARD, A.	MM. QUESNEVILLE, A.
CHASTAING, A.	VILLIERS-MORIAMÉ.

CHEFS DES TRAVAUX PRATIQUES

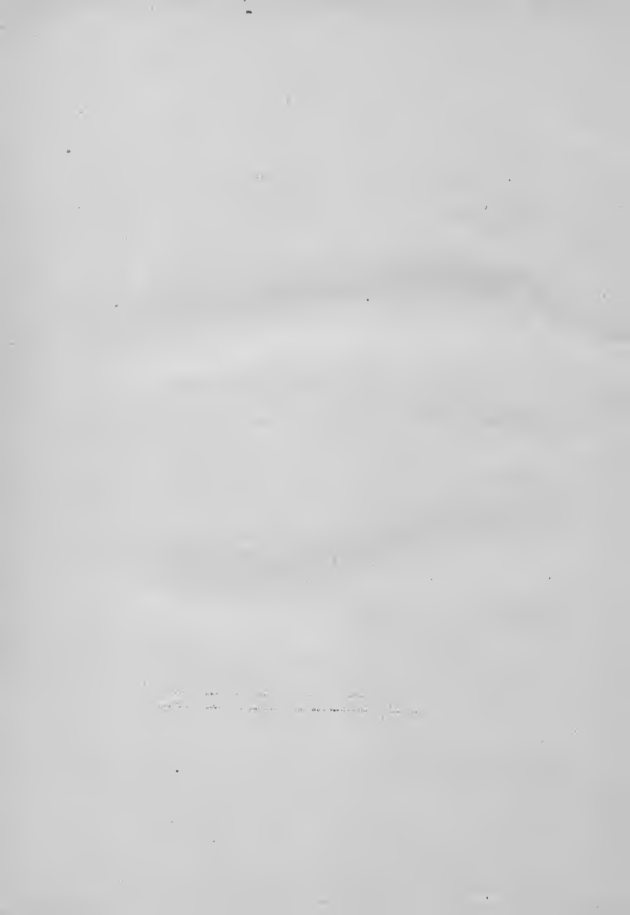
MM. LEIDIÉ : 1re année .... Chimie.
LEXTRAIT, A : 2e année..... Chimie.
HÉRAIL : 3e année .... Micrographie.
BOURBOUZE ✻ : 3e année........ Physique.

Bibliothécaire : M. DORVEAUX.

A MES MAITRES

DE L'ÉCOLE DE PHARMACIE

Témoignage de profond respect.



RECHERCHES HISTOLOGIQUES ET PHISIOLOGIQUES

SUR LE

REIN DES BATRACIENS



AVANT-PROPOS.

En publiant en 1874 son grand travail sur l'histologie et la physiologie du rein chez les Vertébrés, Heidenhain (1) fournit, le premier, les preuves expérimentales et partant incontestables, du rôle que doivent remplir, dans l'acte même de la sécrétion, les différentes parties du tube urinifère.

Il montra, entre autres faits, et avec la plus grande netteté, que si l'on vient à supprimer la sécrétion de l'eau par le glomérule, le sulfoindigotate de soude injecté dans le sang, non seulement s'élimine, mais encore se cristallise dans le tube contourné, et dans les autres segments du tube urinifère revêtus de l'épithé-

1. Heideihain, *Archiv, f. Microscop. Anatomie.* 1874.

lium, qu'il a le premier signalé et désigné sous le nom d'épithélium à bâtonnets.

Cette publication qui venait à la suite de nombreuses recherches faites antérieurement sur l'histologie et la physiologie des organes glandulaires, ainsi que sur les modifications que subit la cellule considérée à ses différents états d'activité et de repos relatifs, permit à cet auteur d'énoncer une théorie de la sécrétion sur laquelle je reviendrai.

Bien que le dernier mémoire d'Heidenhain embrassât quatre des cinq classes qui composent l'embranchement des Vertébrés, il traite plus spécialement du rein des Mammifères, c'est-à-dire des animaux qui par leur organisation se rapprochent le plus de l'homme.

Il était donc à espérer qu'une étude plus complète, tant au point de vue histologique qu'au point de vue physiologique du rein des Vertébrés inférieurs viendrait, sinon apporter des documents nouveaux, du moins confirmer les résultats antérieurement acquis.

Un travail remarquable de Nùssbaùm (1) publié en 1878-1879 avait en partie comblé cette lacune; les faits obtenus par ce physiologiste, en prenant comme sujets de recherches les Batraciens et les Reptiles, sont du reste en accord parfait avec ceux antérieurement énoncés par Heidenhain.

1. Nùssbaùm *Arch. f. d. ges. Physiol.*, XVI, 1878; XVII, 1879.

C'est à la lecture des publications de ces deux auteurs que je dois d'avoir entrepris ces recherches dont le but était surtout la vérification des résultats obtenus; je dois dire cependant que j'y étais également poussé par le désir de connaître la structure d'un organe, si important au point de vue de la santé générale, qu'il n'est point de jour que le pharmacien ne soit appelé à se prononcer sur les caractères normaux ou pathologiques du liquide qui le caractérise, c'est-à-dire de l'urine.

PLAN.

Ce mémoire comprendra deux parties :

Dans la première, après un court historique, j'exposerai les résultats personnels que m'a fournis l'étude du rein des Batraciens, en m'étendant spécialement sur l'histologie de la partie du tube urinifère que je désigne sous le nom de tube sécréteur proprement dit, ainsi que sur les modifications que présente la cellule glandulaire considérée à différents moments, sur son évolution, sa transformation.

La seconde partie traitera d'abord de l'innervation du rein des Batraciens, car bien que les résultats obtenus soient encore très incomplets, je ne puis pourtant les passer sous silence.

Elle sera suivie de l'énoncé du rôle que remplissent, dans l'élimination des substances, les différentes parties du tube urinifère, et enfin de quelques considérations sur le mécanisme même de la sécrétion et sur ses causes.

Nota. — Je ne pourrai dans ce mémoire entrer dans tous les détails qu'exigerait le sujet : ce ne sera donc à proprement parler qu'une sorte de résumé des principaux résultats auxquels m'a conduit l'étude du rein des Vertébrés en général, des Batraciens en particulier. C'est ainsi que je laisserai de côté les autres segments faisant suite au tube sécréteur.

HISTORIQUE DE LA QUESTION.

C'est à Malpighi (1) que revient l'honneur d'avoir le premier donné une explication scientifique de la structure des glandes. Pour lui, tous les acini dont se composent les glandes, puisent dans le sang des artérioles qui les baignent les matériaux de secrétion, matériaux qui sont alors enlevés, expulsés par les canaux excréteurs. Il nie en outre toute communication directe entre les vaisseaux sanguins et les tubes glandulaires. Enfin, il découvre dans le rein le glomérule qui porte aujourd'hui son nom (corpuscule de Malpighi).

Ruÿsch (2), après lui, soutient le contraire, et croit devoir conclure, de nombreuses injections faites dans les vaisseaux sanguins des glandes, à l'abouchement de ces derniers dans les conduits glandulaires.

Cette théorie fut reprise et soutenue brillamment par Haller (3) et adoptée par les anatomistes et physiologistes de l'époque. Toutefois, il était difficile, une fois admise l'uniformité de structure et de rapport, d'expli-

1. Malpighi. *De viscerum structura exercitatio anatomica*, p. 85 ; *De internis glandulis renalibus*. 4 ond. 1669.

2. Ruysch. *De fabrica glandularum*, 1722.

3. Haller. *De partium corporis humani præcipuarum fabrica et functionibus*. T. V, p. 27 et suiv.

quer la variation des produits de la secrétion, variation en rapport même avec la glande considérée.

C'est alors que l'on fit intervenir comme causes modificatrices et aussi comme appui à la théorie mécanique alors adoptée, les dispositions particulières dans le calibre des bouches exhalantes, et aussi la rapidité et la pression variables du courant sanguin.

Ruysch avait tiré toutes ses déductions de l'étude du rein ; voyant à la suite de l'injection du système artériel, la masse colorée remplir non seulement les glomérules mais encore les tubes urinifères, il en avait déduit que le glomérule de Malpighi ne pouvait être qu'un pelotonnement vasculaire en communication directe avec le tube glandulaire.

Ferrein (1) combat cette théorie, et fait jouer aux tubes urinifères le principal rôle dans la sécrétion urinaire.

Schumlausky (2)considère les tubes urinifères comme les ramifications des glomérules de Malpighi sans parvenir à montrer quels sont les rapports qui relient ces deux systèmes.

Huschke (3) en s'adressant aux Vertébrés inférieurs (Batraciens-Oiseaux) parvient à injecter tout le tube

1. Ferrein. *Sur la structure des viscères nommés glanduleux* (Mém. de l'Ac. des Sc. 1749).

2. Schumlausky. *De structura renum tractatus*, et C. 1788.

3. Huschke. *Sommerings Anatomie* 1844.

urinifère, de l'uretère au glomérule; malheureusement les résultats obtenus avec le rein des Mammifères sont tous négatifs, ce qui tient à la petitesse extrême de la branche descendante du tube de Henle.

Joh. Müller (1) à la même époque étudie les glandes dans la série animale : il annonce que toujours les tubes se terminent en cul-de-sac, sans communication directe avec les vaisseaux sanguins ; il découvre la capsule (point de départ du tube urinifère) qui entoure le glomérule.

Bowmann (2), bientôt après, établit d'une façon magistrale la structure du tube urinifère ; il montre que les corpuscules de Malpighi ne sont que les ampoules terminales du tube urinifère, renfermant dans leur intérieur un glomérule vasculaire. Il étudie également le glomérule lui-même, la marche des artères afférentes et efférentes, et ses résultats ont pu être confirmés dans leur ensemble, aussi bien en ceci qu'en ce qui concerne l'existence de cette membrane amorphe, transparente, qu'il appelle (basement membrane) et sur laquelle s'implante l'épithélium dont il étudie attentivement la structure. La découverte de Bowmann fait époque dans la science ainsi que la théorie physiologique qu'il donne de la sécrétion urinaire ; non moins

1. Joh. Müller. *De glandularum secernentium structura penitiore.* 1830

2. Bowmann. *Philosop. Transact*, 1842.

importante est sa publication sur la circulation dans le rein du Boa.

Duvernay (1) à la même époque signale la grosseur extraordinaire du glomérule chez la Salamandre tachetée] (*Salamandra maculata*) et publie quelques observations sur la structure intime des reins de la *Salamandre et du Triton.*

A la suite de ces travaux, on voit se produire un temps d'arrêt dans l'étude du rein ; mais, bientôt, la découverte faite par Henle (2) des tubes en anse dans le rein des Mammifères, le rôle particulier qu'il leur attribue, attirent de nouveau l'attention des anatomistes ; aussi, voit-on à partir de 1862, les mémoires se succéder avec rapidité.

Ne pouvant les rappeler tous, je mentionnerai seulement ceux qui traitent du rein des Batraciens.

Hyrtl (1), appliquant à l'étude du rein la méthode des injections, prouve la continuité du tube urinifère de l'uretère au glomérule ; Roth (4) par la dissociation arrive à des résultats identiques.

Il signale également l'existence des cils vibratils,

1. Duvernay. *Fragments sur les organes génito-urinaires des Reptiles* (Mém. de l'Ac. des Sc., savants étrangers, T. XI.

2. Henle. *Zur Anatomie du Niere,* 1862.

3. Hyrtl, *Heber die Injectionen de Wirbelthiernieren*, etc. 1863.

4. Roth. *Untersuchungen über die Drüsensubstant der Niere.* Diss. Bern, 1864.

dans le col de la capsule, découverte bientôt confirmée par Mecznikow (1).

Hüffner (2) combinant les deux méthodes (injection et dissociation) décrit les différents segments du tube urinifère et cherche à les homologuer avec les parties correspondantes du canalicule du rein des Mammifères.

Gross (3) vérifie et complète les travaux de ses prédécesseurs ; il représente les aspects variables de l'épithélium dans le trajet du tube urinifère.

Heidenhain, enfin, appliquant à l'étude histologique du rein des méthodes nouvelles, et surtout examinant des coupes fraîches, signale dans le rein des Mammifères l'existence d'un épithélium particulier, facilement altérable, l'épithélium à bâtonnets qui tapisse le tube contourné, la branche ascendante de Henle et le canal de communication.

Chez les Batraciens il retrouve un épithélium en tout semblable dans une partie du canalicule urinifère, et reconnaît dans ce canalicule quatre segments présentant chacun un épithélium particulier :

1. Mecznikow. *Zur vergleichenden Histologie der Niere*, 1866.

2. Hüffner. *Zur vergleichenden Anatomie und Physiol. der Harcanalchen*. Leipzig, 1866.

3. Gross. — *Essai sur la structure microscopique du Rein*. Strasbourg, 1868.

Le premier, col de la capsule, se distingue par son épithélium cilié ;

Le second, correspondant au tube contourné, est tapissé par un épithélium cylindrique ou cubique, sans structure propre, mais souvent remarquable par ses gros noyaux ;

Le troisième est absolument semblable au premier ;

Le quatrième enfin possède l'épithélium à bâtonnets et se continue avec un cinquième à structure variable tapissant le tube excréteur proprement dit.

La description d'Heidenhain résume l'état de nos connaissances sur l'histologie du rein des Batraciens ; exacte dans son ensemble, elle est loin toutefois d'être complète, surtout en ce qui concerne le second segment dont la structure est extraordinairement compliquée, changeante même, et non simple comme le suppose cet auteur.

TECHNIQUE.

Avant d'aborder l'exposé de mes recherches personnelles, je crois devoir indiquer les méthodes générales que j'ai employées soit pour le durcissement des pièces, soit pour la dissociation.

Le choix de tel réactif plutôt que de tel autre n'est pas chose de peu d'importance en histologie où l'interprétation des préparations obtenues constitue tout le travail.

L'épithélium du rein est difficile à fixer dans sa forme, et les réactifs employés le modifient toujours, plus ou moins il est vrai.

Il est donc de toute nécessité pour pouvoir se guider dans son choix, d'en commencer l'étude par l'examen de coupes fraîches, vivantes, montées dans l'humeur aqueuse de l'œil de la Grenouille.

Une fois la structure du tissu normal bien connue, on s'arrêtera aux réactifs qui après leur action permettent de retrouver sinon la même structure, du moins une structure très approchée.

Pour la dissociation je me suis servi de l'alcool au tiers, et surtout d'un mélange à parties égales d'acides osmique et acétique à 1 p. 100.

Dans le dernier cas, l'action de la solution ne doit

pas être prolongée au-delà de quinze minutes ; aussi les fragments de tissu doivent-ils être très petits.

Pour la fixation et le durcissement, je me suis adressé à l'acide osmique à 1 p. 100, et de préférence à un mélange ainsi formé :

Acide osmique à 1 p 100 — 2 parties
— chromique » » 1 p. .

Ce mélange donne de très bons résultats, et on peut même l'employer avec avantage pour l'étude de l'épithélium à bâtonnets, bien moins facilement altérable chez les Batraciens que chez les Mammifères.

Les pièces une fois fixées, le durcissement était complété par l'alcool à 95°, et les coupes colorées au picrocarminate d'ammoniaque, au carmin de Grenacher ou à l'hématoxyline, montées dans la Glycérine (neutre ou acidulée par acide formique) ou dans le baume du Canada après déshydratation.

J'ai dû employer dans certains cas d'autres procédés plus particuliers ; je les signalerai lorsque j'exposerai les faits qu'ils m'ont fournis.

CONSIDÉRATIONS ANATOMIQUES.

Les reins des Batraciens varient de forme et de position avec les genres que l'on considère.

Chez la grenouille et le crapaud ils sont aplatis, légèrement lobulés sur les bords et situés assez haut dans la cavité abdominale, de chaque côté du rachis.

Chez le triton et l'axolotl, ils sont plutôt cylindro-coniques, allongés et placés dans la partie la plus postérieure de la même cavité.

L'uretère chez les premiers longe le bord externe de la glande, émet de distance en distance des branches grêles qui rampent à la surface de l'organe, parallèlement aux branches de la veine porte, et dans lesquelles viennent déboucher à angles presque droits les canalicules urinifères.

Les coupes aidées de la dissociation indiquent nettement la direction et la structure de ces canalicules.

GLOMÉRULES.

Sur une coupe faite perpendiculairement au grand axe de l'organe, on aperçoit tout d'abord les glo-

mérules qui frappent par leurs dimensions. Dans le rein de la grenouille, ils sont situés généralement sur deux rangs et occupent la face ventrale ; quelquefois cependant on peut les trouver disséminés sans ordre sur les deux faces. Leur volume est loin d'être constant, dans un même genre ; il varie du simple au double, et les plus superficiels sont alors les plus gros ; ce fait est en rapport avec l'origine et le mode de distribution des artères afférentes ; c'est aussi l'inverse de ce qui a lieu chez les Mammifères, où, pour la même raison, les glomérules profonds sont les plus volumineux.

Le glomérule de Malpighi est formé chez les Batraciens par un simple pelotonnement de l'artère afférente ; quelquefois cependant il est possible d'observer une première bifurcation. Son étude est des plus importante en raison même du rôle qu'il est appelé à remplir et des controverses auxquelles il a donné lieu.

Bowmann (1) le considérait comme complètement nu dans l'intérieur de la capsule ; mais la plupart des auteurs qui l'ont suivi, arrivèrent à des résultats complètement opposés.

Considéré chez l'embryon et chez le nouveau-né, le glomérule se montre en effet revêtu d'un épithélium à cellules, bien distinctes : mais chez l'adulte il n'en est plus ainsi ; tout contour cellulaire a disparu.

1. *Loc. cit.*

Les auteurs qui m'ont précédé s'étant surtout adressés aux Mammifères, il était à espérer que les Batraciens fourniraient en raison même de la grossseur des éléments un meilleur sujet d'études.

Si donc, on injecte par le bulbe aortique une masse à la gélatine additionnée d'acétate d'argent, on arrive facilement à remplir tous les vaisseaux de l'animal et partant les vaisseaux glomérulaires.

Après refroidissement, l'imprégnation est produite, et il suffit de plonger le rein dans l'alcool à 95° pour pouvoir, douze heures après, y pratiquer des coupes aussi fines que possible. Sur ces coupes, le glomérule se montre considérablement distendu par la masse à injection, et ce fait déjà, en rend l'étude plus facile.

L'artère afférente pénètre dans la capsule par le pôle supérieur qui correspond à la face ventrale : elle se reconnaît à son endothélium à contours réguliers et à sa tunique musculaire. Aussitôt après son entrée dans la capsule, aussitôt par conséquent qu'elle constitue le glomérule, son endothélium disparaît et n'est plus indiqué que par les noyaux qui tapissent sa paroi interne.

Entourant sa paroi externe, on aperçoit également une couche protoplasmique, d'épaisseur variable, au milieu de laquelle se trouvent plongés de nombreux noyaux; mais nul contour cellulaire n'est visible. L'imprégnation à l'argent qui donne généralement des résultats si nets et si précis est donc ici en défaut, et

comme un résultat négatif n'est jamais interprétable, j'ai essayé d'autres méthodes. C'est ainsi, que j'ai fait agir sur des fragments de rein le chlorure d'or au centième, après action successive de l'acide osmique et de l'acide formique; après réduction de l'or opérée à la lumière dans l'acide formique au quart, j'ai observé à la dissociation certains détails qui m'avaient échappé.

Ainsi la couche protoplasmique qui enveloppe le glomérule se montre colorée en rose, mais cette coloration n'est pas continue; elle apparaît sous forme de petits points irréguliers dessinant dans leur ensemble une sorte de lame criblée, dont il est difficile toutefois de comprendre la signification.

En effet, le vaisseau glomérulaire ne présente aucun des caractères de l'artère afférente; ce n'est pas non plus un capillaire, car il ne présente jamais l'endothélium typique des capillaires sanguins.

Il faut donc le considérer comme un tube formé d'une membrane basale, tapissée sur ses faces interne et externe d'une couche protoplasmique multinucléée.

Toutefois la couche protoplasmique externe est de beaucoup plus importante que la couche interne.

Elle entoure complètement et suit dans tous ses contours l'anse glomérulaire dont elle soude les différentes parties; aussi, est-il difficile, si non impossible, de développer un glomérule.

Quant aux noyaux eux-mêmes, ils sont très-nombreux; ceux de la face externe diffèrent notablement de ceux

que l'on voit à la face interne, et ont au contraire la plus grande analogie avec les noyaux des cellules glandulaires.

Généralement ils se moulent complètement sur les vaisseaux auxquels ils sont accolés ; toutefois ceux que l'on trouve à la face externe, c'est-à-dire dans la lumière de la capsule, sont souvent sphériques, et on aperçoit alors nettement la zone protoplasmique qui les entoure.

En résumé, et comme déduction des résultats que fournissent et l'étude histologique du glomérule, et le rôle qu'il est destiné à remplir dans l'acte même de la sécrétion, je crois qu'il faut le considérer comme une formation spéciale, en rapport direct il est vrai avec le système vasculaire, mais non comme une dépendance de ce dernier.

Ce serait un tube glandulaire d'une nature particulière, mais dans lequel on retrouve facilement les parties caractéristiques de tout tube glandulaire, c'est-à-dire : une membrane basale et un épithélium glandulaire spécial séparé du milieu nutritif par la même membrane.

Cette conception rendrait compte de l'activité qui est dévolue à l'épithélium glomérulaire dans la sécrétion de l'eau urinaire, activité rendue encore plus facile par le caractère embryonnaire qu'il présente chez l'adulte. Quant à sa disposition, elle est conforme aux moyens économiques suivant lesquels procède la Nature:

Augmentation de la surface sécrétoire sous le plus petit volume.

ENDOTHÉLIUM CAPSULAIRE.

Les injections à l'acétate d'argent en permettent facilement l'étude : il est constitué par des cellules plates à contours réguliers qui tapissent la face interne de la capsule. Il se prolonge sous forme de cellules plus petites, souvent assez loin sur le col même de la capsule.

Les noyaux en sont ovoïdes, volumineux, difficilement colorables par les réactifs, propriété qu'ils doivent à la faible quantité de matière chromatique qu'ils renferment.

COL DE LA CAPSULE. 1er SEG.

La partie initiale du tube urinifère qui fait suite à la capsule porte le nom de col de la capsule ; sa longueur est assez variable et chez la grenouille elle atteint parfois la moitié de l'épaisseur totale du rein.

Ce premier segment se reconnaît facilement sur les coupes, à sa position d'abord et ensuite à sa structure.

Il est tapissé dans toute sa longueur par un épithé-

lium cilié, à cils très allongés, courbés selon l'axe même du tube et toujours dans le sens du courant.

La cellule est réduite à une mince couche protoplasmique qui enveloppe le noyau ; ce qui peut faire supposer que c'est du noyau que naissent les cils vibratils.

L'étude de ces éléments se fait facilement sur des coupes fraîches montées dans l'humeur aqueuse ; on peut alors reconnaître quelle est la nature des mouvements dont ils sont animés.

Généralement, c'est un mouvement rhytmique, pendulaire que décrit l'extrémité libre du flagellum ; il persiste longtemps, plus de soixante-douze heures, si la coupe a été conservée en chambre humide à air.

Les anesthésiques agissent sur ces flagellums comme sur les épithéliums vibratils ordinaires : les vapeurs de chloroforme, d'éther arrêtent rapidement leurs mouvements.

La chaleur modérée les augmente d'abord et jusque vers 40° ; au-dessus ils cessent brusquement.

Les courants faibles n'exerçent aucune action ; bien plus si les mouvements sont déjà plus ou moins ralentis, on les voit se ranimer pour un temps assez court : des courants forts les arrêtent complètement en tuant la cellule.

TUBE SÉCRÉTEUR.

A la suite de l'épithélium cilié, vient le segment que je considère comme le tube sécréteur proprement dit du rein des Batraciens, segment qui par sa position et aussi sa fonction, correspond au tube contourné du rein des Mammifères. Sa longueur est assez considérable, et l'on peut facilement se rendre compte de sa direction soit sur des coupes, soit sur des préparations dissociées.

Le glomérule, ainsi qu'on le sait, est situé à la face ventrale de l'organe, et le col de la capsule qui lui fait suite, descend perpendiculairement jusqu'au voisinage de la face dorsale. Le tube sécréteur atteint alors cette même face, se recourbe, décrit plusieurs circonvolutions, et remonte parallèlement au col de la capsule, vers la face ventrale, pour finir à la hauteur du glomérule.

Cette course du tube est facile à saisir dans le rein de la grenouille, du crapaud, mais il n'en est pas de même chez le triton et l'axololt, où elle est beaucoup moins régulière. Néanmoins, ce sont surtout ces deux derniers genres qui me serviront de types dans la description qui va suivre, ce choix étant du reste justifié

par la grosseur des éléments qui rend l'étude du rein et plus facile et plus productive de résultats.

J'ajouterai immédiatement que ce qui est vrai pour les Batraciens urodèles l'est également pour les anoures, les différences que l'on observe portant sur des détails de structure, plutôt que sur la forme même des cellules considérées.

L'épithélium qui tapisse le tube sécréteur mérite une attention toute particulière ; considéré dans l'ensemble de son parcours, sa structure est extrêmement variable ; mais cette variabilité loin d'être sans importance, correspond au contraire à des conditions nettement déterminées, à des moments physiologiques définis.

D'une façon générale, il est représenté par des cellules polyédriques, sans membrane d'enveloppe ni cuticule, présentant sur leur face libre une bordure hyaline frangée, de laquelle se détachent des globules de substance colloïde qu'un examen microscopique permet de retrouver quelquefois dans l'urine.

Dans leur intérieur, on observe aussi des striations granuleuses ainsi qu'un réseau de fibrilles très tenues, correspondant au réseau intra-cellulaire décrit par Klein dans les cellules glandulaires des Mammifères.

Les mailles de ce réseau sont remplies par la même substance hyaline qui, à l'état de condensation, constitue la bordure périphérique plus haut signalée.

Enfin, toutes ces cellules possèdent un ou plusieurs

noyaux, assez régulièrement sphériques, et dont quelques-uns sont manifestement en voie de division.

Tel est l'aspect sous lequel se présente le plus généralement, et au premier examen, la cellule du tube sécréteur; toutefois si cette description s'applique à la plupart des cellules, elle ne s'applique pas à toutes. Un certain nombre d'entr'elles montre, en effet, des formes bien différentes, et dont il est tout d'abord difficile de saisir la signification.

En certains points de son parcours, le tube sécréteur apparaît tapissé par des cellules plates, exactement appliquées sur la membrane basale, et avec un noyau très allongé se colorant aussi par les réactifs, plus fortement que les autres. En outre de ces caractères, ces cellules se font encore remarquer par l'épaississement de la bordure hyaline frangée et aussi quelquefois par un réseau de fibrilles marchant parallèlement à la membrane basale et enveloppant complètement le noyau. Ces cellules ne sont pas distribuées au hasard, mais au contraire toujours localisées, tapissant tantôt tout le pourtour du tube, tantôt une partie seulement, l'autre portant des cellules normales.

Ailleurs inversement, les cellules sont surélevées, et dépassent de beaucoup leurs voisines; leur forme est un peu celle d'une amphore renversée, la bordure hyaline a disparu, et leur face libre n'est plus limitée que par une mince cuticule. En dehors de ces caractères de forme, il en est d'autres qui permettent encore

de reconnaître facilement ces cellules : leur contenu est toujours fortement granuleux et quelques-uns de ces granules de nature protéique peuvent même atteindre des dimensions notables ; enfin, leur noyau, plus éloigné de la membrane basale que celui du type primitif est aussi moins facilement colorable.

Pour bien comprendre les rapports qui existent entre ces trois types de cellules, il est nécessaire d'en faire une étude plus détaillée et poursuivie sur un grand nombre de pièces provenant d'animaux différents.

Lorsqu'on examine attentivement les coupes, on voit qu'en certains points, la lumière du tube est remplie par de petites sphères transparentes, à peine teintées par l'acide osmique.

Ces petites sphères se détachent de la face libre des cellules, ou sortent des mailles du réseau, comme sort des pores d'une éponge qu'on exprime, le liquide qu'elle renferme.

Quelquefois cependant, leur mise en liberté est le le résultat de l'éclatement même de la cellule qui expulse ainsi son contenu.

Ce phénomène dont on peut suivre pas à pas tous les détails est toujours limité à un certain nombre de cellules; il représente dans le premier cas la phase normale de leur évolution, dans le second la phase ultime.

En effet, lorsqu'au lieu de s'adresser à des coupes

faites sur des reins fixés, on examine des coupes fraiches, vivantes, on voit le même phénomène, d'abord très localisé se généraliser bientôt, et la préparation être envahie par ces mêmes sphères qui grâce aux chemins que leur offrent les tubes coupés dans toutes les directions, arrivent rapidement au-dehors de la coupe.

A ce moment du reste, la vie a cessé dans toutes les cellules ; leur forme n'a pas changé, leur volume seul paraît avoir diminué. Connaissant alors quelle paraissait être la raison de ce phénomène, il était à espérer qu'on pourrait le reproduire, l'exagérer même, en soumettant l'épithélium à une certaine suractivité nutritive.

Pour cela, je me suis adressé aux sels de Pilocarpine.

Chez les Mammifères, chez l'homme par conséquent, les glandes qui sous l'influence de la Pilocarpine acquièrent une suractivité passagère sont les glandes salivaires et les glandes sudoripares, à l'exclusion complète du rein. Cet alcaloïde porte donc son action sur deux systèmes particuliers, quoique très comparables au point de vue fonctionnel.

Or, chez les Batraciens, les glandes sudoripares sont remplacées par les glandes à venin, très sensibles à l'action de la Pilocarpine, et, d'un autre côté, l'observation nous ayant montré qu'il existait, au point de vue histologique, beaucoup de rapport entre la cellule à

venin et la cellule rénale proprement dite, il était à supposer que l'action de la Pilocarpine se ferait également sentir sur cette dernière : c'est ce que l'expérience a du reste justifié. Si l'on place sous la peau du dos du triton un petit cristal de chlorhydrate de Pilocarpine, on voit, au bout de cinq à dix minutes, la peau de l'animal se couvrir d'un enduit blanchâtre, visqueux, qui examiné au microscope se montre formé d'un nombre considérable de petits globules sphériques (globules à venin).

La Pilocarpine agit donc énergiquement et avec rapidité sur les glandes de la peau ; toutefois, la suractivité qu'elle leur communique n'est que passagère, et la glande s'épuise vite.

Du reste, l'action de cet alcaloïde est encore remarquable à un autre point de vue : quelle que soit la dose employée, l'animal meurt le plus souvent dans les vingt-quatre heures.

En outre, et à ce sujet je signalerai encore le fait suivant : le venin, dont la sécrétion a été ainsi provoquée est très actif ; une trace introduite sous la peau de la grenouille la tue très rapidement ; une solution de continuité dans l'épiderme, une simple piqûre en facilite l'absorption chez l'homme ; et alors apparaissent les accidents caractéristiques de l'absorption des venins, c'est-à-dire, douleurs aigües, gonflements, tous ces accidents disparaissant du reste dans l'espace de vingt-quatre heures.

Si maintenant on examine des coupes faites dans le rein de l'animal sacrifié une demi-heure, une heure, deux heures, après l'injection, et qu'on les compare aux coupes pratiquées dans un rein normal, on observe certaines différences.

En certains points du tube, l'épithélium se montre notablement modifié ; les cellules ont perdu une partie de leur contenu, et présentent alors la plus grande analogie avec les cellules hépatiques, après le départ du glycogène. A ce moment, toutefois, leur forme n'est encore que peu altérée ; mais si l'action s'est prolongée un certain temps, on trouve la lumière du tube remplie par les petites sphères dont j'ai déjà parlé, et au milieu desquelles un examen attentif laisse facilement reconnaître des noyaux.

L'origine de ces derniers est aussi facile à établir, car ils proviennent des cellules voisines, la place qu'ils occupaient étant parfaitement indiquée.

A ce moment, l'altération de l'épithélium est beaucoup plus profonde que dans le cas précité ; non seulement les cellules ont perdu leur contenu, mais aussi leur forme, et, finalement, on peut arriver à la destruction presque complète.

Il n'est donc pas douteux que la cellule rénale ait été influencée par la Pilocarpine ; semblable alors à une cellule glandulaire muqueuse, elle a répondu à cette influence, elle a sécrété ; et, cette sécrétion étant

poussée à sa limite extrême, la cellule a expulsé son noyau.

Seulement, je le répète, ce n'est là qu'une phase ultime des manifestations de l'activité glandulaire, phase qui correspond à des conditions nettement déterminées.

En effet, en d'autres points du tube, les modifications portent sur la cellule seule et sur son contenu, à l'exception complète du noyau.

Tels sont les faits que le sel de Pilocarpine rend manifestes, mais que l'on retrouve, moins exagérés il est vrai, dans le rein normal.

Ils nous permettent maintenant de saisir les relations qui existent entre les trois types de cellules précédemment décrits, car nous pouvons résumer ainsi les phases successives de l'action de la Pilocarpine sur la cellule rénale :

1° L'épithélium n'est pas modifié dans sa forme, et l'est à peine dans sa structure.

2° La cellule a perdu une grande partie de son contenu tout en conservant sa forme ; elle ressemble alors à une cellule hépatique après le départ du glycogène.

3° Les contours cellulaires ont en partie disparu, le noyau a été expulsé en certains endroits et à la suite d'un véritable éclatement de la cellule. Toutefois ce n'est là qu'une destruction apparente, bientôt

suivie, si toutefois l'animal survit, d'une véritable régénération.

Du reste, aussi longtemps et aussi loin que soit poussée l'action de la Pilocarpine, elle ne se fait jamais sentir également sur toutes les cellules du tube glandulaire. Les premières modifiées sont les grandes cellules, celles qui appartiennent au troisième type ; viennent ensuite les cellules polyédriques normales. Quant aux cellules plates, la Pilocarpine en hâte simplement l'évolution.

Elles représentent en effet les cellules jeunes ou plutôt les cellules en voie de rajeunissement.

Les cellules polyédriques sont les cellules adolescentes qui normalement ne sont pas actives, mais qui cependant peuvent le devenir sous l'influence de la Pilocarpine.

Les grandes cellules avec leur contenu granuleux sont des cellules arrivées à la période ultime de leur évolution ; elles ont subi une sorte de dégénérescence nutritive et après avoir sécrété, retourneront au type aplati.

Ainsi donc, la cellule glandulaire non seulement parcourt un cycle complet, mais encore réversible.

Les modifications que l'on observe dans sa forme relèvent surtout de son âge ; celles qui portent sur son contenu dépendant surtout de la plus ou moins grande suractivité nutritive à laquelle elle a été soumise.

Telles sont ou du moins telles paraissent être dans l'état normal qui caractérise la vie de l'animal, les causes efficientes et modificatrices de la cellule glandulaire rénale.

Toutefois il en est encore d'autres qui bien que moins générales méritent d'être signalées. Ce sont celles en rapport avec les conditions extérieures, avec le milieu dans lequel vit l'animal au moment de sa mise en expérience.

Claude Bernard, il y a longtemps déjà, a montré que tout travail sécréteur était suivi d'un travail régénérateur, que les phénomènes de synthèse et de destruction organiques étaient intimement liés, et qu'une glande qui cessait de se détruire cessait également de se régénérer.

Il était intéressant, la nature glandulaire du tube sécréteur admise, de rechercher quelque chose d'analogue dans le rein des Batraciens.

Sachant que le rein est une glande à sécrétion continue et particulière, on ne pouvait dans les conditions ordinaires espérer arriver à un résultat précis.

Toutefois, on sait aussi que les Batraciens sont soumis pendant l'hiver à une sorte d'engourdissement duquel résulte un ralentissement notable des fonctions vitales en général, des sécrétions en particulier.

L'épithélium rénal, examiné chez un Batracien placé dans de telles conditions se montre, en effet, considérablement modifié, et partiellement atrophié.

Toutefois, au retour de l'animal à la vie normale, ce même épithélium devra recouvrer sa fonction, et brusquement se remettre à sécréter. La première manifestation de l'activité nutritive devra donc être un travail réparateur s'effectuant dans son intérieur : c'est du reste ce que l'observation m'a confirmé.

J'ai conservé vivants pendant tout un hiver, et à une température à peu près constante (15°) des tritons marbrés (*Triton marmoratus*) que je nourrissais avec de la viande de bœuf hachée.

Ces animaux, en raison même du milieu artificiel que leur créait cette température uniforme, ont été soustraits à l'influence du sommeil hivernal.

Mais des dix ainsi observés, huit seulement ont toujours mangé, les deux autres refusant obstinément toute nourriture jusqu'aux quelques jours qui ont précédé la mort. Or l'examen microscopique du rein des huit premiers ne m'a rien montré de particulier ; l'épithélium était absolument normal.

Inversement, l'épithélium du tube sécréteur des deux autres présentait des altérations profondes, dont un examen attentif permettait toutefois de saisir la signification.

La cellule glandulaire, sur tout le parcours du tube sécréteúr avait perdu ses contours en même temps qu'elle avait augmenté de volume.

La lumière du tube était, par places, remplie de noyaux à peine colorés par les réactifs, tandis que

l'intérieur des cellules renfermait encore trois ou quatre noyaux de toutes formes, de toutes dimensions, prenant sous l'action des réactifs colorants des teintes extrêmement variées. De ces noyaux, les uns dont les dimensions dépassaient parfois le volume de la cellule normale, étaient manifestement en voie de division, les autres représentant simplement le squelette des noyaux primitifs. En somme, tout indiquait les phases d'une multiplication active du noyau.

Or, ce fait bien constaté, est important à un double point de vue :

1° Au point de vue histologique ; 2° au point de vue physiologique. Au point de vue histologique, nous voyons que le procédé suivant lequel s'opère la multiplication du noyau s'éloigne des procédés habituels ; ce n'est ni la division cellulaire proprement dite, ni la fragmentation ; le noyau primitif ne cède que ses parties chromatiques et conserve sa forme et ses dimensions ; néanmoins à partir de ce moment il est devenu inutile.

Au point de vue physiologique, il est la caractéristique d'un travail réparateur, de synthèse cellulaire, de laquelle résultera finalement la régénération ou pour être plus exact le rajeunissement de l'épithélium. Ce travail réparateur est tout entier sous la dépendance de l'activité nutritive, et ses premières manifestations portent d'abord sur le noyau et finalement sur la cellule. Par conséquent, les grandes lois qui prési-

dent au fonctionnement des organes glandulaires, s'appliquent également à une portion du tube urinifère du rein des Batraciens, tube que pour cette nouvelle raison on est encore en droit de considérer comme sécréteur.

Si maintenant on se place au point de vue évolutif, il est bien évident que ce caratère glandulaire constitue, imprime à la cellulaire rénale un cachet manifesté d'infériorité presque embryonnaire. Non suffisamment différenciée, elle ne constitue pas un type spécifique tel que celui dont la cellule du tube contourné du rein des mammifères nous offre un si bon exemple.

Telle est dans sa généralité l'histoire de la cellule qui tapisse le tube sécréteur du rein des Batraciens; ce qui me reste à en dire maintenant est d'une importance beaucoup moindre, et portera sur des faits particuliers plutôt que généraux.

J'ai signalé, déjà à plusieurs reprises, l'existence dans l'intérieur de la cellule d'un réseau de fibrilles très tenues, qui lui donne un aspect tout particulier. Or, ce réseau est loin d'être partout et toujours également visible, masqué qu'il est, le plus souvent, par le contenu granuleux qui en remplit les mailles.

Néanmoins, dans certaines conditions, et spécialement lorsque la cellule a déjà sécrété, expulsé une partie de sa substance colloïde, on peut le voir apparaître avec la plus grande netteté.

Il est formé de mailles pentagonales, un peu épaissies aux angles, envoyant dans la lumière du tube et

sur toute la face libre une multitude de petits pointements fibrillaires qui donnent à la cellule un aspect tout hérissé. Or, comme il n'existe nulle trace de membrane d'enveloppe sur ces cellules, ni rien qui en délimite les contours, elles paraissent être en communication directe par leur réseau.

Ces cellules sont elles douées d'une sorte de contractilité ? je n'oserais l'affirmer ; en tout cas, il est facile de comprendre que, ce réseau jouant le rôle de squelette élastique, elles puissent rapidement reprendre leur forme primitive.

Ce qui est certain, c'est qu'on voit souvent la matière hyaline qu'elles renferment en sortir comme par expression, et, conservant la forme des mailles qu'elle remplissait, dessiner dans la lumière du tube des figures qui ne sont que la reproduction exacte de l'aspect même que présente la cellule.

Quant aux autres particularités que peut présenter la cellule glandulaire rénale des Batraciens, n'ayant pu jusqu'ici en saisir la signification, je crois devoir les passer sous silence.

CONCLUSIONS

« La cellule qui tapisse le second segment du tube urinifère des Batraciens se présente avec des formes variables que l'on peut ramener à trois types.

« Chacun de ces types correspond à une époque définie de son évolution.

« Les modifications que l'on observe dans son contenu, sont au contraire sous la dépendance de la plus ou moins grande suractivité nutritive à laquelle elle a été soumise.

« Elle se comporte partout et toujours comme une cellule glandulaire vraie, et particulièrement comme une cellule muqueuse.

« Par ce fait même, la cellule rénale des Batraciens ne constitue pas un type spécifique, elle a la plus grande analogie avec la cellule à venin des mêmes animaux.

VAISSEAUX ET NERFS DU REIN.

Deux systèmes vasculaires sont à considérer dans le rein des Batraciens, le système artériel proprement dit et le système porte veineux.

Les artères rénales, au nombre de cinq pour chaque rein chez la grenouille, de huit chez le triton, naissent d'un même nombre de petits troncs rudimentaires qui se détachent de l'aorte abdominale.

Chacun des vaisseaux secondaires ainsi constitués atteint le bord interne de l'organe, se divise en deux branches qui cheminent sur la face ventrale, se divisant et se subdivisant un certain nombre de fois, puis s'enfoncent dans le tissu de la glande pour former après deux ou trois nouvelles bipartitions les artères afférentes du glomérule.

Le système artériel chez les Batraciens, se distribue donc presque exclusivement dans la face ventrale du rein, c'est-à-dire dans la partie occupée par les glomérules et les tubes à épithélium, à bâtonnets; le système porte afférent siégeant au contraire dans la région qui correspond aux tubes sécréteurs.

L'artère efférente, d'un diamètre bien inférieur à celui du vaisseau glomérulaire, sort de la capsule en un point très voisin de celui par lequel elle y entre, se

recourbe brusquement et marchant parallèlement au tube urinifère va se jeter dans un des troncs de la veine porte.

Cette disposition est conforme à celle que Bowmann a donnée de la circulation dans le rein du Boa, disposition vérifiée du reste par Nussbaum chez les Batraciens.

Toutefois cette marche de l'artère afférente du glomérule n'est pas absolue, et souvent elle va se jeter, aussitôt après sa sortie de la capsule, dans le réseau veineux le plus voisin.

Tous ces faits sont rendus manifestes par l'injection dans les vaisseaux d'une masse à la gélatine additionnée soit de Bleu de Prusse soluble, soit d'acétate d'argent.

On voit alors que les troncs ischiatique et fémoral d'où naît le système porte se réunissent dans une grande lacune située à la face postérieure ou dorsale ; cette lacune se remplit toujours par la masse à injection qui bientôt, s'insinuant entre les tubes sécréteurs proprement dits, forme les troncs veineux afférents.

Ces derniers se ramifient à l'infini dans l'intérieur de l'organe, figurant tantôt de gros vaisseaux, tantôt de simples capillaires, puis se reconstituent pour former les troncs efférents qui vont eux-mêmes se jeter dans une autre lacune située à la face ventrale de l'organe, et de laquelle part le tronc qui va déboucher dans la veine cave.

A l'exception des vaisseaux qui relèvent du système artériel proprement dit, il ne parait pas exister dans le rein des Batraciens d'autres vaisseaux. La circulation porte est uniquement lacunaire, et la distribution du fluide sanguin s'effectue dans la profondeur du parenchyme par l'intermédiaire des méats que laissent entre eux les tubes urinifères. La masse à l'acétate d'argent n'y décèle ni endothélium, ni paroi propre, ou plutôt cette paroi n'est formée que par la membrane basale des tubes qui circonscrivent les lacunes, conditions éminemment favorables à l'accomplissement des échanges nutritifs caractéristiques de tout travail sécréteur.

En résumé, il existe dans le rein des Batraciens deux systèmes vasculaires bien définis et indépendants l'un de l'autre. La ligature des artères rénales, si elle interrompt la fonction glomérulaire et partant la sécrétion de l'eau urinaire, n'amènera aucun trouble dans le fonctionnement des tubes sécréteurs, qui puisent dans le système porte les matériaux de la sécrétion ; toutefois, cette indépendance n'est pas aussi absolue qu'elle paraît l'être tout d'abord : en effet, si l'on interrompt sinon complètement, du moins en grande partie la circulation porte, les tubes sécréteurs n'en continueront pas moins à fonctionner. Dans ce cas, il paraît donc s'établir une sorte de circulation complémentaire dont le point de départ est dans les artères efférentes.

NERFS DU REIN

Nos connaissances sur la distribution des nerfs, sur leurs terminaisons dans les organes glandulaires en général, dans le rein en particulier, sont encore bien peu avancées. La découverte faite par Pflüger (1) des terminaisons nerveuses dans les canaux excréteurs et dans les culs-de-sac glandulaires n'a jamais pu être vérifiée chez les Vertébrés; Küppfer (2) pourtant a vu nettement venir se terminer dans les cellules des glandes salivaires de la Blatta orientalis, les fibrilles nerveuses.

Chez les Mammifères, Kölliker (3) a montré que les nerfs accompagnent et suivent dans ses principales ramifications l'artère rénale, présentant de distance en distance de petits renflements ganglionnaires; mais ils ne tardent pas à disparaître. Toutefois, si leur distribution dans l'intérieur du parenchyme rénal est à peu près inconnue, on sait du moins quel est le rôle qu'ils sont appelés à remplir : l'expérimentation physiologique permet de les considérer partout et toujours comme de véritables vaso-constricteurs.

En appliquant aux reins des Batraciens les méthodes les plus récentes et les plus variées de la technique de

1. Pflüger. *Centralbl. f. d. med. Wissen.* 1865.
2. Küppfer. *Beitrage zur Anatomie und Physiologie.* 1874.
3. Kölliker.

l'or, je suis arrivé sinon à saisir le mode de terminaison des nerfs dans ces organes, du moins à connaître leur distribution.

Si l'on détache avec soin l'aorte abdominale avec les artères rénales qui en naissent, on observe, après l'action du chlorure d'or, qu'il existe enveloppant l'aorte, un plexus bien développé et riche en cellules ganglionnaires, particulièrement au point d'émergence des vaisseaux sanguins ; c'est de ce plexus que j'appellerai lombo-rénal, que partent les nerfs qui vont se distribuer aux reins ; il reçoit aussi des filets nerveux provenant directement des nerfs rachidiens.

Les premiers troncs ainsi constitués cheminent souvent au nombre de deux, dans l'adventice des artères rénales, présentant de distance en distance les mêmes cellules ganglionnaires, et un examen attentif montre qu'ils sont formés de nerfs mixtes : quelques-uns presque exclusivement de fibres à myéline, les autres de fibres sans myéline.

Après s'être ramifiés comme les artères qu'ils accompagnent, les entourant en même temps d'un plexus très délié, ils pénètrent avec elles dans les profondeurs de l'organe, et on les retrouve, réduits il est vrai aux fibrilles constitutives du cylindre-axe, sur les artères afférentes des glomérules; mais ils échappent à l'examen microscopique au moment de leur entrée dans la capsule.

Il existe donc à la face ventrale du rein des Batraciens un plexus nerveux bien développé, et dont la dis-

tribution est calquée sur celle des vaisseaux artériels du même organe ; il est encore et surtont visible dans la région glomérulaire, où on le retrouve entourant d'un réseau à mailles irrégulières, les branches terminales des artères rénales.

Ce ne sont pas là toutefois les seuls nerfs que la méthode de l'or décèle. Dans les espaces intertubulaires, et plus ou moins accolés à la membrane basale, on aperçoit tantôt de gros nerfs à myéline, tantôt des nerfs représentés uniquement par un gros cylindre-axe, cheminant isolément.

Ces nerfs sont le point de départ d'un autre plexus, à mailles beaucoup plus larges, mais aussi beaucoup plus fines, entourant les tubes sécréteurs.

Cette disposition est assez facile à observer chez le triton, où j'ai pû voir des fibrilles très tenues, dessiner sur la membrane basale d'un tube vu de champ, une sorte d'arborisation pointillée dont il m'a été impossible néanmoins de saisir le mode de terminaison.

Il est encore une troisième disposition que j'ai rencontrée et que je crois devoir signaler : le cylindre-axe après un assez long trajet rectiligne, se met en rapport avec une sorte de disque plan-convexe, multinucléé et accolé à la membrane basale, qu'il ne fait que traverser et dont il sort bientôt avec les mêmes caractères.

Quelle est la signification de cet organe ? je ne sau-

rais le dire, bien que je l'aie retrouvé avec les mêmes caractères dans le rein des reptiles.

En résumé, on reconnaît dans le rein des Batraciens au moins deux plexus nerveux bien représentés; néanmoins il est impossible encore actuellement d'affirmer qu'il existe une relation quelconque entre la cellule glandulaire et la fibrille nerveuse.

La physiologie a montré depuis longtemps déjà et ceci d'une façon presque irréfutable, que l'existence de nerfs sécréteurs particuliers était, dans le rein, en désaccord absolu avec les résultats de l'expérimentation; or, jusqu'ici l'observation histologique a confirmé de tous points la donnée physiologique.

Toutefois, on est en droit de se demander quel rôle est appelé à remplir le plexus des tubes sécréteurs. En raison de son mode de distribution, en raison aussi de sa situation dans les espaces lymphatiques et plus encore des connexions intimes qu'il présente avec les tubes proprement dits, il me paraît correspondre assez bien aux nerfs trophiques d'Heidenhain, en observant toutefois que l'expression, nerfs trophiques, signifiera simplement : « nerfs modificateurs du milieu dans lequel les cellules puisent les matériaux de leur nutrition et partant de leur sécrétion, » et non pas « nerfs susceptibles de provoquer les métamorphoses chimiques du protoplasma dans l'intérieur des cellules. »

HEIDENHAIN.

De la sécrétion de l'urine et du rôle que remplissent dans l'accomplissement de cette fonction les différentes parties du tube urinifère.

Parmi toutes les théories émises pour expliquer la sécrétion urinaire, il en est deux qui diversement acceptées par les physiologistes, méritent de nous arrêter : celle de Bowmann (1) complétée par Heidenhain et celle de Lüdwig (2). Dans la première, le glomérule serait destiné à séparer du sang ses éléments aqueux, l'épithélium des tubes contournés ayant au contraire pour fonction d'isoler les matières solides caractéristiques de la sécrétion urinaire.

Dans la seconde, les choses se passeraient différemment ; au niveau du glomérule, il se ferait une filtration du plasma sanguin ; à l'état normal tout le plasma filtrerait, à l'exception des matières albuminoïdes, puis descendrait lentement dans la cavité des canalicules. Pendant ce trajet, il s'effectuerait une sorte de sélection suivie d'une absorption d'une partie de l'eau et de certaines substances qui seraient ainsi réintroduites dans le système circulatoire ; le liquide restant constituerait finalement l'urine. D'après Lüdwig la sécrétion de ce liquide aurait tout d'abord comme point de départ un simple phénomène de filtration.

1. *Loc. cit.*
2. Lüdwig. *Lehrbuch der Physiologie*, 1856.

Cependant, bien des expériences sont en désaccord complet avec cette théorie, et prouvent que s'il s'opère, en réalité, une filtration de l'eau au niveau du glomérule, ce n'est pas là un phénomène physique comparable à la filtration telle qu'on est habitué à la considérer dans les laboratoires.

Overbeck (1) par exemple lie temporairement l'artère rénale, la sécrétion de l'eau s'arrête immédiatement; mais lorsqu'au bout de dix minutes il enlève la ligature, la circulation reprend son cours et cependant la sécrétion de l'urine ne se rétablit pas: il faut attendre une demi-heure, une heure.

Si on lie la veine émulgente, la sécrétion s'arrête également, et pourtant, la pression artérielle ne cesse de s'exercer sur les parois du glomérule avec une valeur sinon supérieure, au moins égale à la valeur normale.

Ces résultats ne s'expliquent pas dans la théorie de Lüdwig; toutefois, ils prouvent que c'est bien au glomérule qu'est dévolue la sécrétion de l'eau.

Il restait encore à rechercher dans quelle partie du tube urinifère a lieu la sécrétion des sels et des principes caractéristiques de l'urine; et c'est cette question qu'a en partie résolue Heidenhain, du moins en ce qui concerne les Mammifères.

Lorsqu'on pratique la section de la moelle cervicale chez un chien, la pression sanguine s'abaisse considé-

1. Overbeck. *Sitzgsber. d. Wiener Acad.* XLVII, 1863.

rablement dans l'aorte, et cette diminution amène comme conséquence la cessation presque complète de la sécrétion de l'eau urinaire.

Dans la veine jugulaire d'un animal ainsi préparé, Heidenhain injecte une solution de sulfo-indigotate de soude; une demi-heure après il examine les reins et constate avec netteté que l'élimination de la matière bleue est commencée et qu'elle se fait au niveau des tubes contournés, de la branche ascendante de Henle, des canaux de communication, à l'exclusion complète du glomérule; bien plus, il trouve ce composé cristallisé dans la lumière des tubes.

Cette expérience a été reprise et variée de bien des façons par le même physiologiste, et les résultats après discussion ont toujours été identiques.

Elle montre et prouve tout à la fois et l'affinité élective de l'épithélium tubulaire pour le sulfo-indigotate de potasse, et le rôle que ce même épithélium remplit dans l'élimination de certains sels, et probablement de l'urée et de l'acide urique. Malheureusement la preuve directe n'en est pas facile à donner, car l'urée n'est pas colorée, et il est impossible de la faire cristalliser au sein des liquides de l'organisme.

J'ai expérimenté de bien des façons, remplaçant l'urée ordinaire par l'urée sulfurée, par les sulfocyanates, mais dans aucun cas je n'ai pu obtenir de cristallisation; il est vrai que les doses que j'injectais étaient extrêmement faibles, vu le pouvoir toxique des derniers composés.

Avec l'acide urique ou plutôt l'urate de soude, l'expérience est au contraire concluante.

Injectédans le sang, ce sel se retrouve à l'état cristallin dans le tube contourné; on le retrouve de même normalement et sous forme de masses sphériques dans l'intérieur des cellules épithéliales qui tapissent le second segment du tube urinifère des reptiles.

Tels sont les principaux résultats qu'a fournis l'expérimentation sur les Mammifères.

Nussbaum eut l'idée de compléter les recherches d'Heidenhain et de les étendre aux Batraciens et aux Reptiles, la raison de ce choix étant indiquée par la double circulation que l'on observe dans le rein de ces animaux.

La ligature de l'artère rénale chez les reptiles par exemple, supprimera la fonction glomérulaire mais laissera intacte celle des tubes contournés; aussi ce physiologiste a-t-il pu montrer que chez les Vertébrés inférieurs, c'était également par le glomérule que s'opérait, outre la sécrétion de l'eau, celle du glucose et de l'albumine, l'épithélium tubulaire étant lui-même chargé de l'élimination de l'urée.

J'ai refait toutes les expériences de Nussbaum en prenant comme sujet de recherches la grenouille; je dois dire immédiatement qu'en ce qui concerne le glucose et l'albumine, les résultats que j'ai obtenus sont en accord parfait avec les siens. J'ai cherché ensuite en quel point du tube se faisait l'élimination des ma-

tières colorantes, et je me suis adressé pour cela à une substance pour laquelle le rein des Batraciens présente une assez grande affinité, c'est-à-dire à la purpurine.

Si l'on injecte une goutte ou deux d'une solution de purpurine dans le système circulatoire de la grenouille, et qu'on examine le rein une demi-heure après, on reconnaît à l'examen superficiel, que les deux faces de cet organe sont loin de présenter une coloration identique ; tandis que la face dorsale est profondément teintée en rouge, la face ventrale est à peine colorée.

Connaissant la disposition des tubes sécréteurs et la place qu'ils occupent dans le rein, on comprend facilement la raison de cette différence que l'examen des coupes vient encore confirmer.

Celle-ci montre, en effet, que l'élimination de la matière colorante ne se fait que par le second segment du tube urinifère, sans participation aucune du glomérule non plus que de l'épithélium à bâtonnets.

Malheureusement il est impossible d'obtenir par ce procédé la cristallisation de la purpurine dans la lumière du tube, et ceci même après section de la moelle cervicale.

Cette contraction avec ce qui se passe chez les Mammifères semble prouver que si, chez les Batraciens, l'eau est encore partiellement sécrétée par le glomérule elle l'est aussi par le tube sécréteur. On s'expliquera du reste qu'il en soit ainsi, si l'on compare le volume du sang

qui, traversant le système porte, baigne l'épithélium glandulaire, à celui qui passe par le glomérule ; le premier l'emporte de beaucoup sur le second.

Pour déterminer la cristallisation, il faut opérer de la façon suivante : On prend une grenouille chez laquelle on provoque une petite hémorrhagie ; sous la peau du dos on introduit un petit cristal de purpurine ; ce dernier se dissout peu à peu et est entraîné par le système lymphathique dans le torrent circulatoire.

Dans ce cas l'examen des coupes pratiquées dans le rein une heure après, permet de reconnaître la matière colorante qui, sous forme de granulations irrégulières, remplit la lumière du tube et même l'intérieur des cellules.

L'élimination de la purpurine s'effectue donc bien chez les Batraciens par le tube sécréteur, comme chez les Mammifères le sulfo-indigotate de soude par les tubes contournés.

Cette expérience toutefois mérite encore d'être discutée.

Ceci admis, il restait encore à rechercher si c'était bien dans le système porte seul que l'épithélium allait puiser les matériaux de la sécrétion.

Dans certaines conditions expérimentales il en est réellement ainsi, puisque l'on peut supprimer complétement la circulation artérielle dans le rein sans que pour cela l'élimination des substances colorantes cesse d'avoir lieu. Il est bien probable que physiologique-

ment le fait est également vrai. Cependant, il est à considérer que dans certains cas il peut y avoir suppléance de la circulation porte par la circulation artérielle.

Ainsi, chez une grenouille, je pratique la ligature en masse des troncs ischiatique et fémoral; la circulation porte afférente dans le rein se trouve donc sinon complètement abolie, du moins considérablement diminuée; néanmoins, l'élimination de la purpurine par le tube sécréteur continue, très ralentie il est vrai.

Les injections complètes du système circulatoire donnent du reste des résultats identiques. En effet, si chez une grenouille ainsi préparée, on pousse par le bulbe aortique une masse au Bleu de Prusse soluble, nulle trace de matière colorante ne pénètre dans les vaisseaux des membres inférieurs, et pourtant l'examen microscopique des coupes faites dans le rein, montre que les deux systèmes artériel et porte sont complètement injectés.

Ceci a lieu par l'intermédiaire des artères efférentes du glomérule en communication directe avec le système porte.

C'est également par le tube sécréteur que se fait l'élimination des matières colorantes de la bile et partant, normalement, des matières colorantes de l'urine. En effet, sur des coupes fraîches, son épithélium se montre toujours assez fortement teinté en jaune.

Mais, vingt-quatre heures après la ligature du canal cholédoque, la coloration est déjà fortement accentuée ; bien plus si on a préalablement préparé l'animal, c'est-à-dire si on a diminué la sécrétion de l'eau, on peut voir cette matière colorante siéger sous forme de corpuscules irréguliers dans l'intérieur des cellules.

Isaacs (1) prétend que dans ces conditions c'est toujours le glomérule qui se colore en jaune ; je n'ai jamais pu observer ce fait, bien que mes expériences aient été répétées une douzaine de fois.

J'ai expérimenté aussi avec le nitroprussiate de soude ; injecté à petites doses, ce sel s'élimine rapidement par les reins et est susceptible de cristalliser ; les résultats obtenus sont absolument identiques à ceux déjà signalés.

En résumé de tout ceci on peut conclure que chez les batraciens :

1° Le glomérule est chargé normalement de l'élimination d'une partie de l'eau, et aussi dans des conditions physiologiques déterminées de l'élimination du glucose et de l'albumine.

2° Le tube sécréteur seul sécrète les principes caractéristiques de l'urine, les matières colorantes, les sels tenus en dissolution par une notable quantité d'eau.

1. Isaacs. *Jour. d. l. Physiol.* I. P. 377, 1858.

3° C'est surtout au sang de la veine porte rénale que ce tube emprunte les matériaux destinés à être éliminés, et qui prennent naissance dans les profondeurs des organes et des tissus, comme résultat des combustions organiques (Oxydation des albuminoïdes).

CONSIDÉRATIONS THÉORIQUES.

Connaissant le rôle que remplissent dans la sécrétion urinaire les différentes parties du tube, il reste à étudier le mécanisme même de cette sécrétion, les causes sous l'influence desquelles elle se trouve et qui la modifient.

Ne voulant pas toutefois rappeler ni toutes les expériences, ni tous les traveaux physiologiques qui ont été publiés sur ce sujet, je me contenterai de citer les principaux.

Déjà à plusieurs reprises dans le courant de ce travail j'ai eu l'occasion de signaler en passant les relations qui existaient entre le système vasculaire et la sécrétion de l'urine; j'ai fait de même en ce qui concerne l'influence du système nerveux sur cette fonction lorsque j'ai traité des nerfs du rein.

Je vais maintenant développer ces deux sujets.

De toutes les causes susceptibles d'apporter un trouble, de modifier même complétement la sécrétion de l'urine, la plus importante est la suivante qu'on peut énoncer ainsi : La sécrétion de l'eau urinaire est fonction de la pression artérielle dans le glomérule et partant dans l'aorte; une saignée qui par exemple abaisse la pression aortique diminue de même la quantité d'urine sécrétée.

Chez un chien, Goll (1) observe qu'au début de l'expérience la pression dans la carotide correspondant à 134^{mm}, 2 de mercure, la quantité d'urine émise est de 11 gr. 28 en trente minutes. Après une saignée de 530 gr. la pression tombe à 119^{mm} 2 et la quantité d'urine à 4 gr. 92.

Si maintenant on injecte dans le système veineux de l'animal 498 gr. de sang défibriné, la pression remonte à 124^{mm}9 et le poids de l'urine à 7 gr. 66.

La puissance même de la sécrétion exprimée en poids d'urine rendue est donc en rapport direct avec la valeur de la pression artérielle; on voit aussi qu'elle croît beaucoup plus vite que la pression lorsque celle-ci augmente, mais qu'elle diminue également plus rapidement; on comprend aussi qu'il soit facilement possible d'atteindre pour la pression une valeur minimum au dessous de laquelle toute sécrétion d'eau cessera.

Un résultat semblable s'obtient par section de la moelle dans la région cervicale (Claude Bernard) (2) et s'explique par l'abaissement de la pression aortique et non comme le prétend Eckhard (3) par la section des nerfs glandulaires.

La sécrétion de l'eau urinaire est également sous la dépendance des nerfs qui se rendent aux reins ; la

1. Goll. *Zeitschr. f. rat. Méd.* (IV), 1354.
3. Cl. Bernard. *Leçons sur les liquides de l'organisme* (II), 1859.
3. Eckhard. *Beiträge zur Anatomie und Physiologie* (1870).

section de ces nerfs et particulièrement du splanchnique augmente notablement la sécrétion de l'eau, leur excitation amenant au contraire une diminution.

Ce sont là des phénomènes parfaitement connus et bien expliqués par Claude Bernard; le splanchnique se comporte et agit comme un vaso-constricteur des vaisseaux du rein ; son excitation détermine une constriction partielle de ces vaisseaux, l'organe se décolore, et la quantité de fluide sanguin qui le traverse étant moindre, la quantité d'urine sécrétée l'est également.

Sa section provoque du reste les phénomènes inverses c'est-à-dire résultant des paralysies vaso-constrictives.

Telles sont les deux fonctions sous la dépendance desquelles paraît être la sécrétion urinaire, et les modifications qu'elles lui impriment sont dans tous les cas facilement explicables.

Existe-t-il maintenant dans le rein en outre des nerfs vaso-constricteurs d'autres nerfs, des nerfs sécréteurs par exemple, tels qu'on les connaît dans les glandes salivaires.

Rien jusqu'ici ne permet d'affirmer leur existence, bien plus l'expérience tend à prouver le contraire. En effet, la sécrétion rénale persiste pendant l'anesthésie, elle n'est pas non plus diminuée lorsqu'on vient à injecter à l'animal du sulfate d'atropine, alcaloïde qui a la propriété de paralyser les nerfs sécréteurs.

Claude Bernard a dit : « j'ai cherché à faire sécréter

directement la glande et je n'y ai pas réussi. » La glande, en effet, ne répond pas directement aux excitations comme le muscle.

Toutefois, M. Vulpian (1) ayant repris ces expériences, a vu que la faradisation directe des glandes sous-maxillaires, parotides et sub-linguales déterminait une sécrétion assez abondante, tandis que la faradisation directe des glandes hépatique et rénale, aussi bien que celle des nerfs qui s'y rendent, restait sans résultat.

C'est donc là encore une preuve à invoquer contre la non-existence des nerfs sécréteurs dans le rein.

Enfin, jamais l'on n'a observé, et cela quelle que soit la condition expérimentale, la pression dans l'uretère devenir supérieure ou même atteindre à la valeur de la pression dans l'artère rénale, contrairement à ce qui a lieu pour la glande sous-maxillaire où la pression de la salive sécrétée peut dépasser de 90 ^{mm}. la pression artérielle dans la carotide.

Si la sécrétion salivaire dans son essence même, est comparable comme fonction à la sécrétion urinaire, les forces qui la sollicitent en sont un peu différentes ; en outre la première est intermittente, la seconde continue.

L'action des nerfs sécréteurs ne pouvant intervenir dans l'explication du mécanisme de la sécrétion urinaire, on ne peut admettre comme causes agissantes que les variations de la pression sanguine dans l'aorte,

1. Vulpian. *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 1882.

et par conséquent dans le système glomérulaire ; elles ne suffisent pas.

Reprenons les expériences préalablement citées d'Overbeck : lorsqu'on rétablit le cours du sang dans l'artère rénale préalablement ligaturée, la pression artérielle reprend sa valeur primitive et cependant la sécrétion de l'eau reste suspendue.

Heidenhain qui le premier a vu et étudié les différentes modifications qui s'accomplissaient dans la cellule glandulaire considérée à des moments variables d'activité et de repos relatifs, en a déduit que cette cellule, loin d'être passive dans l'acte même de la sécrétion, était éminemment active. C'est ainsi que, dans les expériences rappelées plus haut, les cellules glomérulaires frappées de mort apparente, ne redeviennent capables de rentrer en activité qu'au bout d'un certain temps.

Cette théorie, assez généralement admise, est celle qui me paraît le plus tenir compte de ce qui se passe en réalité.

Les observations nombreuses que j'ai faites sur l'épithélium glandulaire du rein des batraciens, pris dans les moments les plus variés, dans les conditions les plus différentes me confirment dans cette opinion.

Si l'augmentation ou la diminution de la pression aortique influent de la même manière sur la sécrétion urinaire, il est des circonstances où les résultats ne sont pas absolument conformes aux prévisions.

Ainsi, lorsqu'on sectionne la moelle cervicale, la

sécrétion de l'eau est presque totalement supprimée par suite de l'abaissement notable de la pression dans l'aorte et partant dans tout le système rénal ; et, cependant, la fonction de l'épithélium tubulaire n'est pas pour cela abolie, et la preuve nous en est donnée par l'élimination encore possible du sulfo-indigotate de soude injecté dans le sang.

Donc déjà, nous voyons l'épithélium tubulaire susceptible de fonctionner pour son propre compte et indépendamment de l'épithélium glomérulaire.

Il est encore facile de trouver une preuve de cette indépendance relative des deux systèmes glomérulaire et tubulaire ; il suffit d'observer les particularités que présente la sécrétion urinaire à la suite du repas : l'ingestion des boissons augmente d'abord la valeur de la pression aortique, et détermine comme résultat une sorte de polyurie passagère dont la durée est d'environ deux heures. Mais alors, et c'est un fait personnel que j'ai souvent constaté, la première heure la densité de l'urine émise est environ de 1,003., à la fin de la seconde heure elle atteint 1,008 ; autrement dit, c'est de l'eau presque pure, la quantité d'urée étant de 1 gr. 50 à 2 gr par litre.

De la quatrième à la sixième heure le phénomène inverse s'observe, l'urine rendue est beaucoup moindre, mais sa densité (1,020 à 1,025) est supérieure à la densité que présente l'urine des 24 heures, c'est-à-dire qu'elle est riche en urée, acide urique et sels. De la constatation de

ces faits on peut tirer les deux déductions suivantes :

1° Que toute cause susceptible d'amener une augmentation dans la sécrétion de l'eau urinaire, par suractivité glomérulaire, ne détermine pas une augmentation dans la sécrétion des principes caractéristiques de l'urine par suractivité de l'épithélium tubulaire.

2° Que la sécrétion urinaire bien que continue en fait présente néanmoins des alternances d'augmentation et de diminution, et qu'il s'établit une sorte de division du travail entre le système glomérulaire et le système tubulaire.

D'un autre côté, si l'on injecte dans les veines d'un chien 20 gr. d'une solution de sucre de canne, de glucose, de ferrocyanure de potassium, la quantité d'urine sécrétée augmente rapidement, et cependant il n'est guère possible d'admettre que la faible quantité de liquide injecté ait pû modifier notablement la pression aortique ou autrement dit la tension artérielle.

J'ai fait dans ce sens un grand nombre d'expériences sur les batraciens, et comparant les épithéliums du tube sécréteur d'une grenouille normale, et d'une autre placée dans des conditions déterminées, j'ai pû assez souvent saisir de notables différences.

Je ne parle pas toutefois des modifications que subit l'épithélium glomérulaire lui-même, car elles échappent aux observations directes, mais simplement de celles qui portent sur l'épithélium tubulaire.

Ainsi, par exemple, j'injecte à une grenouille 0 gr.

01, 0,02, 0,03 centigrammes d'azotate de potasse. Une heure après, l'animal est sacrifié et ses reins examinés; je constate alors que les striations granuleuses ont disparu, la bordure frangée également, le noyau s'est rapproché de la membrane basale et a perdu son contour; enfin le contenu de la cellule est devenu plus trouble, plus granuleux.

Avec le nitroprussiate à faibles doses même résultat.

En un mot, chaque fois que le milieu nutritif dans lequel vivent les cellules glandulaires est modifié, celles-ci le sont également. Or, la vie de toute cellule glandulaire est soumise à l'accomplissement de deux actes (absorption et sécrétion), qui n'ont pas lieu simultanément, mais successivement ; lorsque la cellule absorbe, elle ne sécrète pas.

L'absorption sera suivie d'un repos relatif dans le fonctionnement de la cellule, repos que caractérisera une sorte d'équilibre physiologique entre le milieu extérieur à la cellule et son milieu intérieur, c'est-à-dire son contenu.

Toute cause susceptible d'amener une rupture de cet équilibre provoquera comme action secondaire la sécrétion de la cellule ; et cette sécrétion sera suivie immédiatement d'une nouvelle absorption dans le but de rétablir l'équilibre primitif.

La sécrétion caractérisée ainsi par une série de rupture et de rétablissement d'équilibre entre deux milieux, serait donc un phénomène essentiellement vital, nécessitant un travail intérieur, et comme tel s'accompagnant

d'un dégagement de chaleur et d'acide carbonique, ainsi que l'expérience l'a prouvé. Mais cette formation d'acide carbonique consommerait en même temps une assez grande quantité d'oxygène. Or on sait depuis les belles recherches de Claude Bernard, que la richesse en oxigène du sang veineux qui sort d'une glande, est proportionnelle à la puissance active de cette glande au moment considéré. Il semblerait donc que la quantité d'oxigène que fixe une glande qui fonctionne est moindre que celle que fixe une glande au repos ; or, ce n'est là qu'une contradiction apparente, car la quantité de sang artériel qui traverse une glande en activité est cinq fois plus considérable que celle qui passe par la même glande au repos.

De cet oxigène, une partie est fixée par la glande même pour subvenir aux combustions organiques ultérieures ; une autre au contraire porte son action sur la cellule glandulaire elle-même, et joue un rôle dans l'acte de la sécrétion.

En même temps, il s'établit dans l'intérieur de la glande, et entre toutes les cellules une sorte de division du travail physiologique qui fait que toutes n'entrent pas simultanément en fonction.

En outre que la preuve nous en est donnée par l'observation histologique, on comprend qu'il en soit ainsi, car nutrition et sécrétion étant incompatibles dans leur accomplissement, la glande à sécrétion continue, et tel est le rein, serait vite épuisée.

CONCLUSIONS

La sécrétion urinaire chez les vertébrés en général, chez les Batraciens en particulier est le résultat du fonctionnement de deux systèmes à peu près indépendants (le système glomérulaire et le système tubulaire).

Le premier est chargé de la sécrétion de l'eau urinaire, et sa puissance active est fonction de la pression artérielle du sang dans le glomérule ; il est donc commandé par le système nerveux (système vaso-moteur).

Cette dépendance n'est pas absolue ; le système nerveux intervient comme cause modificatrice, mais non comme cause suffisante.

Le principal rôle dans la sécrétion de l'eau urinaire est dévolu à l'épithélium glomérulaire lui-même.

Cette sécrétion ne peut être comparée à un simple phénomène de filtration, car elle cesse lorsque toutes les autres conditions étant conservées, cet épithélium vient à être frappé de mort apparente.

Le système tubulaire n'est chez les Batraciens ni sous la dépendance du système nerveux ni sous celle du système circulatoire ; il n'est pas davantage sous celle du système glomérulaire, puisqu'il continue à

sécréter lorsque le glomérule a cessé complétement de fonctionner.

Il est chargé de l'élimination des principes caractéristiques de l'urine normale.

La sécrétion se caractérise comme le résultat du travail vital de la cellule glandulaire.

Elle s'accomplit par une série de rupture et de rétablissement d'équilibre entre le milieu extérieur et son contenu.

Toute substance introduite dans l'économie, et qui doit s'éliminer par le rein, fait accomplir à la cellule un travail supplémentaire ; d'où résultent des modifications dans son contenu, et souvent aussi une accélération du travail sécrétoire.

C'est donc par une influence directe sur la cellule glomérulaire et tubulaire qu'on pourrait expliquer le rôle de certains composés (des diurétiques représentés par exemple par l'azotate de potasse).

Il est impossible de donner une raison de la diversité des produits sécrétés par les glandes, et en particulier dans ce cas, d'expliquer l'affinité des cellules du tube sécréteur pour telle substance plutôt que pour telle autre.

———

EXPLICATION DES PLANCHES.

PLANCHES 1 ET 2

FIG. I.— Rein de Triton cristatus. Coupe longitudinale du tube sécréteur, montrant les cellules épithéliales avec leur bordure hyaline frangée, leurs striations granuleuses, visibles surtout à la base et leurs gros noyaux (Chambre-claire) oc. 3. obj. VII Verick.

FIG. II. — Même préparation. Tube vu de champ, montrant la base d'implantation des cellules.

Oc. 3. obj VII. Ver.

FIG. III. — Triton cristatus. Coupe transersale du tube sécréteur.

(*a*) Cellules avec trois noyaux.

(*b*) Cellules montrant en outre des noyaux ordinaires, d'autres noyaux situés plus près de la membrane basale et se colorant plus fortement par les réactifs.

Même grossissement.

FIG. IV. — Même tube avec cellules aplaties le long de la membrane basale et noyaux difficilement colorables.

Même grossissement.

FIG. V.— Rein d'Axolotl. Coupe transversale du tube sécréteur avec cellules de forme variable, les unes basses, les autres surélevées.

Ces dernières ont perdu leur bordure hyaline frangée.

En *b-b* cellules particulières, très protoplasmiques, sur lesquelles paraissent s'implanter les autres cellules. Même grossissement.

FIG. VI. — Même tube.

Eclatement des cellules et mise en liberté de leur contenu. Même grossissement.

FIG. VII.— Coupe transversale du même tube dans le rein de l'Axolotl. Positions variables occupées par le noyau dans l'intérieur des cellules.

Même grossissement.

Fig. VIII. — Rein d'axolotl multiplication des noyaux dans les cellules marquées (*a*). Figure demi-schém.

Oc. I. obj. VI. Verick.

Fig. IX. — Même préparation. La multiplication des noyaux est terminée; il en résulte en (*a*) une cellule remplie de noyaux et sur laquelle viennent s'implanter d'autres cellules, en (*b*), une bordure complète des mêmes noyaux

Même grossissement.

Fig. X. — Rein de la Grenouille. Tube sécréteur. Cellules épithéliales normales.

Oc. III. obj. VII. Vérick.

Fig. XI. — Rein de Triton cristatus. Tube sécréteur, trente minutes après injection hypodermique de chl. de Pilocarpine.

Les cellules ont déjà perdu de leur forme et laissé échapper une partie de leur contenu : elles ressemblent aux cellules hépatiques après le départ du Glycogène.

Même grossissement.

Fig. XII. — Même tube. L'action de la Pilocarpine s'est fait davantage sentir. La lumière du tube est remplie par des globules de substance Colloïde, provenant des cellules voisines ; les noyaux sont rétractés, craquelés ; quelques-uns ont été expulsés.

Même grossissement.

PLANCHES 3-4.

Fig. XIII — Coupe transversale du même tube, action prolongée du Chl. de Pilocarpine.

Même grossissement.

Fig. XIV. et XV. — Coupes longitudinale et transversale d'un tube sécréteur du rein de Triton cristatus : Les cellules épithéliales sont remplies de granulations protéiques, légèrement teintées en jaune par l'acide osmique — Dégénérescence nutritive.

Même grossissement.

Fig. XVI. — Tube sécréteur normal du rein de Triton.

Les cellules ont sécrété : du côté gauche elles sont revenues au type aplati, tandis que du côté opposé elles commencent seulement à perdre leur contenu.

Même grossissement.

Fig. XVII. — Tube sécréteur du rein du Triton marmoratus examiné au mois de Février.

Rajeunissement de l'épithélium.

a. Cellule géante avec gros noyau en trois nucléoles.

b. Cellule où la multiplication déjà opérée a donné quatre noyaux.

c-c. Squelettes des noyaux primitifs non colorables.

Oc. III. obj. VIII immers Verick.

Fig. XVIII.— Triton marmoratus. Tube sécréteur en coupe longitudinale.

Réseau intra-cellulaire nettement indiqué ainsi que les pointements fibrillaires dans la lumière du tube.

Fig. XIX. — Triton cristatus, tube sécréteur ; dissociation après action du chlorure d'or et de Sodium (procédé de M. Ranvier.)

a. Cylindre axe des espaces intertubulaires.

b. Sorte d'arborisation.

c. Une des fibrilles constitutives du cylindre-axe ramifiée à la surface du tube, mais en dehors de la membrane basale.

Vu par le Président de la thèse,
A. MILNE-EDWARDS.

Vu : le Directeur
de l'Ecole de Pharmacie,
PLANCHON.

Vu et permis d'imprimer
Le Vice-Recteur de l'Académie de Paris,
GRÉARD.

Imprimerie des Écoles, Henri Jouve, 23, rue Racine, Paris



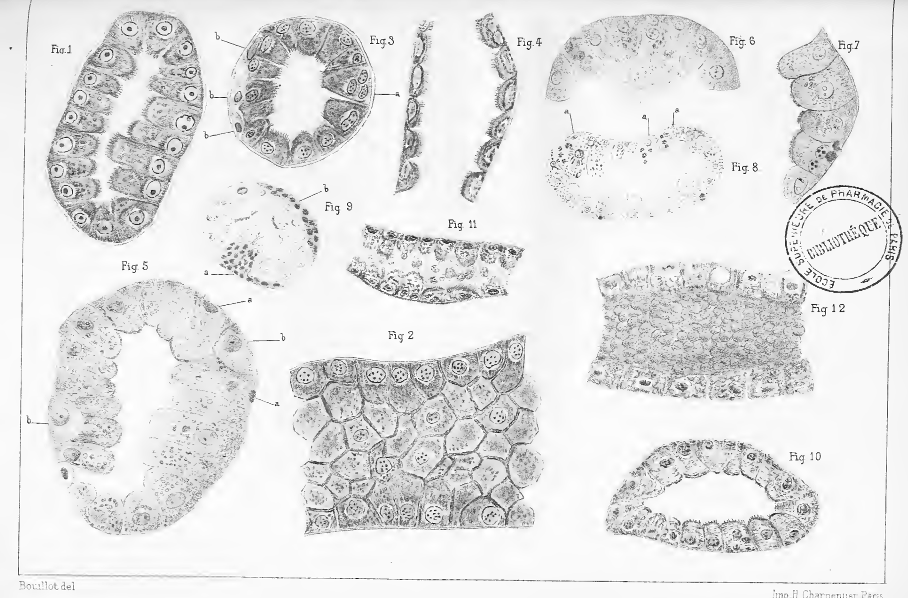

Fig. 1
Fig. 3
b
b
b
a
Fig. 4
Fig. 6
Fig. 7
a
a
a
Fig. 8
Fig 9
b
a
Fig. 11
Fig. 5
a
b
a
b
Fig 2
Fig 12
Fig 10
Bouillot del
Imp. H. Charpentier Paris

Fig. 14

Fig. 15

a

b

Fig. 17

c

c

Fig. 18

Fig. 16

Fig. 19

b

a

c

a

Fig. 13

Bouillot del.

Imp H Charpentier, Paris

Imprimerie des Écoles, HENRI JOUVE, 23, rue Racine, PARIS.